

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



_____ А.Л. Толстик

_____ 2015

Регистрационный № УД-1086/уч.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск 2015

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов №G31-144/уч., №G31и-178/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.Г. Романов – заведующий кафедрой компьютерного моделирования Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Отдел вычислительной математики ГНУ «Институт математики Национальной Академии наук Беларуси»;

А.С.Сметанников - Заведующий лабораторией радиационной газовой динамики ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова Национальной Академии наук Беларуси», д.ф.-м.н.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерного моделирования
физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 15 от 11 мая 2015);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 29 июня 2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Вычислительный эксперимент» разработана для специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика в соответствии с требованиями образовательных стандартов и типовых учебных планов.

Технические, экологические, экономические и иные системы, изучаемые современной наукой, больше не поддаются исследованию (в нужной полноте и точности) обычными теоретическими методами. Прямой натурный эксперимент над ними долог, дорог, часто либо опасен, либо попросту невозможен, так как многие из этих систем существуют в «единственном экземпляре». В то же время вычислительные (компьютерные, симуляционные, имитационные) эксперименты с моделями объектов позволяют, опираясь на мощь современных вычислительных методов и технических инструментов информатики, подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте, недоступной чисто теоретическим подходам. Методология математического моделирования бурно развивается, охватывая все новые сферы – от разработки технических систем и управления ими до анализа сложнейших экономических и социальных процессов.

Целью изучения дисциплины «Вычислительный эксперимент» является формирование систематизированных знаний, навыков и компетенций в области решения физических задач методами вычислительного эксперимента. Математическая формулировка рассматриваемых задач представляет собой граничные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений, краевые задачи для уравнений в частных производных эллиптического, параболического и гиперболического типов.

Основная задача дисциплины – подготовить обучаемых к численному решению на ЭВМ задач из различных областей физики на профессиональном уровне.

Основные методы и формы обучения: лекции, семинарские занятия. Преподавание данной дисциплины предполагает использование компьютерной техники и прикладных компьютерных программ, ориентированных на научные и инженерные расчеты.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление и обобщение пройденного учебного материала, реализуется в виде изучения методической и научной литературы, выполнения индивидуальных заданий, работы в компьютерном классе во внеаудиторное время.

Материал курса основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в курсах по программированию и математическому моделированию, математическому анализу, дифференциальным уравнениям, численным методам, методам математической физики, общей физике.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать

- Общие принципы построения математических явлений и проведения компьютерного эксперимента;
- Методы численного решения задач математической физики;
- Методы моделирования случайных величин и процессов;
- Методы статистического анализа результатов стохастического эксперимента.

Уметь

- Разрабатывать математические детерминированные и стохастические модели физических явлений;
- Реализовывать математические модели в различных средах программирования;
- Проводить компьютерный эксперимент и обрабатывать его результаты.

Владеть

- Методами построения детерминированных и стохастических моделей;
- Методами проведения компьютерного эксперимента и анализа его результатов.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 56, из них количество аудиторных часов — 34.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и семинарских занятий. На проведение лекционных занятий отводится 28 часов, на семинарские занятия — 6 часов.

Занятия проводятся на 3-м курсе в 6-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Общие принципы компьютерного моделирования физических процессов.

Основные этапы проведения компьютерного эксперимента: схема Самарского: «модель-алгоритм-программа». Физическая постановка задачи. Построение математической модели. Разработка численного метода. Разработка алгоритма решения задачи. Программирование. Отладка программы. Проведение расчетов. Анализ результатов. Экономичность способа решения задачи. Элементарные математические модели. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы. Модели простейших нелинейных явлений. Основные методы построения и анализа разностных схем. Аппроксимация производных. Погрешность аппроксимации. Построение разностных схем. Сходимость. Аппроксимация. Устойчивость. Метод конечных элементов.

2. Модели физических процессов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений.

Физические законы, выражающиеся обыкновенными дифференциальными уравнениями: законы динамики Ньютона, первый закон термодинамики, уравнения теплового баланса. Понятие о колебательных системах. Свободные и затухающие колебания, вынужденные колебания, резонанс. Эффекты нелинейности: удвоение частоты, нелинейные резонансы. Моделирование многочастичных систем методом молекулярной динамики. Основные положения метода молекулярной динамики. Алгоритм моделирования методом молекулярной динамики.

3. Модели физических процессов в распределенных системах на основе уравнений в частных производных.

Физические законы, формулирующиеся на основе уравнений в частных производных. Стационарные поля и их описание – уравнения эллиптического типа, постановка задачи. Описание электростатических полей. Практическая реализация численной и компьютерной моделей. Процессы релаксации. Уравнения параболического типа. Процессы распространения тепла, диффузия. Практическая реализация численной и компьютерной моделей. Распространение малых колебаний и возмущений. Уравнения гиперболического типа. Практическая реализация численной и компьютерной моделей. Уравнения Максвелла. Методы численного решения. Конечноразностная аппроксимация во временной области (FDTD-метод). Практическая реализация численной и компьютерной моделей. Одномерное движение сжимаемой жидкости (газа). Уравнения Эйлера. Уравнения Лагранжа. Конечноразностные уравнения. Практическая реализация численной и компьютерной моделей. Движение несжимаемой жидкости (газа). Уравнения Навье-Стокса. Практическая реализация численной и компьютерной моделей.

4. Моделирование квантовых систем.

Стационарное уравнение Шредингера. Нестационарное уравнение Шредингера. Отражение и туннелирование квантовых волновых пакетов через потенциальные барьеры. Практическая реализация численной и компьютерной моделей.

5. Элементы теории случайных процессов и принципы их моделирования.

Случайные процессы и их описание. Общая схема методов Монте-Карло. Моделирование рассеяния излучения в случайно-неоднородных средах.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7		8	9
1	Общие принципы компьютерного моделирования физических процессов	4						[1-4]	
2	Модели физических процессов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений	6		2				[1,9]	устные опросы
3	Модели физических процессов в распределенных системах на основе уравнений в частных производных	14		2				[1,5,7]	Контрольная работа
4	Моделирование квантовых систем	2						[1]	
5	Элементы теории случайных процессов и принципы их моделирования	2		2				[11,12]	устные опросы
	Текущая аттестация	28		6					Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень используемой литературы

Основная

1. Зализняк В.Е. Основы вычислительной физики: учебное пособие для студ. вузов. М. : Техносфера, Ч.1, Ч.2, 2008.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Наука, 1997.
3. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. - М., Наука. 2002 г.
4. Попов Ю. П., Самарский А.А. Вычислительный эксперимент. М. Знание, 1983.
5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972.
6. Годунов С. К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
7. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975.
8. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977.
9. Г. Гулд, Д.Тоболчник. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир. 1990г., Т.1,2
10. Жаблон К., Симон Ж.-К. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике. М.: Наука, 1983.
11. Соболев В.И. Методы Монте-Карло. М.Наука, 1974
12. И.И.Гихман, А.В.Скороход Введение в теорию случайных процессов. М.: Наука, 1977

Дополнительная

1. Дульнев Г.Н. и др. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. М.: Высшая школа, 1990.
2. Калиткин Н. Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
3. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. М.: Физматлит, 2002.
4. С.М.Ермаков, Г.А.Михайлов Статистическое моделирование. М.: Наука.1982

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устные опросы.
2. Контрольная работа
3. Зачет.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устный опрос и контрольную работу. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка контрольной работы проводится по десятибалльной шкале. Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за все виды текущего контроля.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математический анализ	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015
Дифференциальные и интегральные уравнения	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015
Методы математической физики	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015
Курс общей физики	Кафедра общей физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015
Численные методы	Кафедра компьютерного моделирования	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015
Программирование и математическое моделирование	Кафедра компьютерного моделирования	Нет изменений	Вносить изменения не требуется протокол № 15 от 11 мая 2015

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание
	-	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры компьютерного моделирования
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
компьютерного моделирования
к.ф.-м.н., доцент

_____ О.Г. Романов

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик